




## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

 **Aktenzeichen:** 103 01 051.3

**Anmeldetag:** 13. Januar 2003

**Anmelder/Inhaber:** Lenz Elektrotechnik GmbH, Gießen/DE

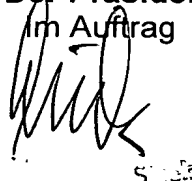
**Bezeichnung:** Verfahren und Vorrichtung zur Datenübertragung  
zwischen Gleis und Fahrzeug einer Modelleisen-  
bahn

**IPC:** A 63 H 19/24

 Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-  
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 24. November 2003  
Deutsches Patent- und Markenamt

Der Präsident  
im Auftrag



5.12.03

## Verfahren und Vorrichtung zur Datenübertragung zwischen Gleis und Fahrzeug einer Modelleisenbahn

Seit Beginn der elektrischen Modelleisenbahn gehört die Kontaktsicherheit zwischen Rad und Schiene zu den größten Herausforderungen für die Entwickler. Ohne Kontakt fehlt es an Energie zum Fahren, aber auch an der Möglichkeit, das Fahrzeug in Richtung und Geschwindigkeit zu kontrollieren. Bei neueren Digitalsteuerungen kommen auch noch weitere Funktionen hinzu.

Die fehlende Energie zum Fahren kann man durch im Fahrzeug mitgeführte (gespeicherte) Energie zumindest kurzzeitig ersetzen. Das bekannteste Beispiel hierfür ist eine auf der Motorachse montierte Schwungmasse. Trotz der Schwungmasse und vieler weiterer Verbesserungen, insbesondere im Bereich der Stromabnahme, kommt es jedoch immer noch vor, daß ein Fahrzeug plötzlich stehenbleibt, weil es den Kontakt zum Gleis verloren hat. Dies geschieht im wesentlichen bei langsamer Rangierfahrt auf besonders kritischen Gleisbereichen, wie z.B. Weichen und nicht optimal verlegten Gleisen oder aber verständlicherweise auch und gerade auf verschmutzten Gleisen.

### Stand der Technik:

Wie oben dargelegt, stellt das Mitführen von Energie bereits einen Lösungsansatz dar und ist in Form einer Schwungmasse auch weit verbreitet. Leider ist bei besonders langsamen Geschwindigkeiten auch der Energieinhalt einer Schwungmasse nicht ausreichend, um ein Stehenbleiben zu verhindern. Auch Batterien oder Akkus sind schon mitgeführt worden, was aber in der Vergangenheit nur bei Modellen in den großen Spurweiten möglich war. Zwar gibt es mittlerweile kleine Energiespeicher mit sehr hoher Energiedichte, aber selbst, wenn dieses Problem gelöst ist, bleibt immer noch die Frage der Kontrolle bzw. Steuerung. Die "mecha-

nische" Schwungmasse auf der Motorachse bringt die richtige Richtung und Geschwindigkeit automatisch mit, einer "elektrischen" Schwungmasse muss man dies auf andere Weise mitteilen.

In Einzelfällen wurde deshalb auch schon ein Akku mit einer Funkfernsteuerung kombiniert, wobei die Funkfernsteuerung die Motorkontrolle übernimmt. Dies löst zwar alle genannten Probleme, konnte sich aber aus Preisgründen und infolge des großen Volumens am Markt nicht durchsetzen. Auch sind die Ausbreitungsbedingungen von HF-Signalen und die damit verbundenen Übertragungsprobleme komplex, so daß letztendlich nur ein Problem durch ein noch komplizierteres ersetzt wurde.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein kostengünstiges Verfahren und eine kostengünstige Vorrichtung zur Sicherstellung einer zuverlässigen Steuerung auch bei Kontaktstörungen zwischen Fahrzeug und Schiene einer Modelleisenbahn bereit zu stellen. Diese Aufgabe wird durch die unabhängigen Ansprüche gelöst. Bevorzugte Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen definiert.

Die Erfindung stellt eine kontaktlose Datenübertragung zwischen Gleis und Fahrzeug einer Modelleisenbahnanlage, ohne Funkmittel anzuwenden, sicher, wie im folgenden erläutert ist.

Betrachtet man Gleis und Rad eines Fahrzeugs in dem Augenblick, in dem kein elektrischer Kontakt mehr besteht, so stehen sich dann zwei metallische Körper gegenüber, die entweder durch Luft ( z.B. bei uneben verlegten Gleisen) oder durch eine isolierende Masse ( z.B. bei verschmutzten Gleisen) voneinander getrennt sind. Diese Konstellation entspricht einem Kondensator, der wegen der sehr kleinen beteiligten Flächen nur einen sehr kleinen Wert haben kann. Die resultierende Kapazität hängt auch noch von der Anzahl der Fahrzeugräder und der Spurweite, also der Größe von Rad und Gleis, und von dem Abstand zwischen Gleis und Rad ab, der sich bei Kontaktverlust einstellt, ab. Messungen haben ergeben, daß die resultierende Rad-Schiene-Kapazität in der Regel zwischen

Bruchteilen eines pF und einigen pF liegen kann.

Kondensatoren können bekanntlich zwar keine Gleichspannung, jedoch Wechselspannung übertragen. Die Erfindung macht sich dies und die dargelegte kapazitive Kopplung zwischen Rad und Schiene zunutze.

Bei allen gängigen Digitalsteuerungen liegt ohnehin eine Wechselspannung an. Im Falle eines konventionellen Analogbetriebes kann für die Erfindung die Überlagerung einer höherfrequenten Wechselspannung in Betracht gezogen werden.

Da die Wechselspannungen, die im Digitalbetrieb am Gleis anliegen, nur einige kHz betragen, wird eine direkt verwertbare Datenübertragung, d.h. eine Übertragung mit ausreichender Amplitude, bei den vorliegenden kleinen Kapazitätswerten fast unmöglich. Wegen möglicher Störstrahlung darf man auch eine zusätzlich überlagerte Wechselspannung in der Frequenz nicht wesentlich höher legen.

Der Rad-Schiene-Kondensator bildet zusammen mit dem Eingangswiderstand einer nachfolgenden Schaltung ein CR-Glied, also einen Differenzierer. Bei einer Frequenz des Gleissignals von 10 kHz und einer Rad-Schiene-Kapazität von 1 pF müsste der Eingangswiderstand  $> 10 \text{ G}\Omega$  liegen, um durch eine ausreichend hohe Zeitkonstante des RC-Gliedes eine einigermaßen brauchbare Übertragung zu erhalten.

Ohne allzu großen Aufwand können solch kleine Rad-Schiene-Kapazitäten bei den hier genannten Frequenzen und im Falle von Rechtecksignalen jedoch kurze Nadelimpulse liefern. Bei Verlust des elektrischen Kontaktes zwischen Rad und Schiene kann so ein zwischen Rad und Schiene vorliegender Kondensator zur Datenübertragung bzw. Dateneinkopplung herangezogen werden.

Da die Informationen der handelsüblichen Digitalsteuerungen aber nur in den zeitlichen Abständen der Flanken liegen bzw. bei einer extra Generierung auch nur zu liegen brauchen, können diese Nadelimpulse aufbereitet bzw. verstärkt

werden und aus den nachgewiesenen Nadelimpulsen die kompletten Informationen, wie sie am Gleis anliegen, zurückgewonnen werden.

Damit wird erfindungsgemäß eine kontinuierliche Datenübertragung auch ohne elektrischen Kontakt zum Gleis sichergestellt. Der Aufwand zur Realisierung der erfindungsgemäßen Merkmale ist sehr gering und verursacht im Falle einer Digitalsteuerung als Bestandteil eines Dekoders (Empfängers) fast keine Zusatzkosten.

Auch ohne weitere Ausgestaltung besteht durch die dargelegten Verfahrens- und Vorrichtungsmerkmale bereits eine perfekte Datenübertragung zum bzw. vom Gleis, die insbesondere bei einer Digitalsteuerung zahlreiche Vorteile bietet. Zwei wesentliche Verbesserungen sind beispielsweise:

1. Es gibt keine sogenannten "runaways" mehr. Wenn im Digitalbetrieb durch permanente extrem kurze Unterbrechungen keine sicheren Daten mehr im Fahrzeug ankommen, kann dieses nicht mehr über normale Befehle gestoppt oder verlangsamt werden. Die Unterbrechungen sind aber andererseits so kurz, daß der Motor noch genügend Energie bekommt und das Fahrzeug unkontrolliert weiterläuft. Ein solcher Zustand wird erfindungsgemäß vermieden.
2. Aus Sicherheitsgründen werden ein und dieselben Befehle immer mehrmals gesendet. Dies reduziert die Bandbreite des Systems. Wenn dies unter Ausnutzung der Erfindung nicht mehr nötig ist, können in gleicher Zeit mehr unterschiedliche Befehle übertragen werden.

Bei einer Digitalsteuerung mit Dekoder in der Lokomotive und der oben beschriebenen erfindungsgemäßen kontaktlosen Datenübertragung wird nach einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung zusätzlich eine Batterie oder ein Akku an die Versorgungsspannung des Dekoders angeschlossen, um neben der kontinuierlichen Steuerung auch eine kontinuierliche Energieversorgung sicher zu stellen. Kontaktprobleme gehören damit bei der Modelleisenbahn für alle Zeit der Vergangenheit an.

Selbst der seltene Fehler, daß ein Fahrzeug zum Stehen gebracht wird und ausgerechnet an einer Stelle ohne Kontakt zum Stehen kommt (wobei hier auch eine mechanische Schwungmasse nicht mehr helfen kann ), ist nun eliminiert.

Im folgenden wird die Erfindung anhand der Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 ein schematisches Blockschaltbild eines möglichen Ausführungsbeispiels der Erfindung;

Figur 2 an vorbestimmten Stellen im Blockschaltbild auftretende Signale; und

Figur 3 das Blockschaltbild einer vorteilhaften Weiterbildung.

Figur 1 zeigt den Aufbau in einer Lokomotive, wenn erfindungsgemäß von einer Digitalsteuerung ausgegangen wird. Ohnehin vorhanden ist das Gleis 11,12 mit der Rechteckspannung 10 von einigen kHz. Über die Räder mit Stromabnehmern 13,14 gelangt die Spannung zu einem Dekoder 20, wo nach entsprechender Interpretation der übertragenen Informationen ein Motor 21 in der Richtung und Drehzahl kontrolliert werden kann. Neu hinzugekommen sind Koppelkondensatoren 15,16, deren Aufgabe lediglich in einer Potentialtrennung liegt, sowie zwei Verstärker 17,18, deren Ausgänge mit den Eingängen eines RS Flipflops 19 verbunden sind. Das RS Flipflop 19 ist mit einem Dateneingang des Dekoders 20 verbunden. Bei Kontaktunterbrechung wirken die zwischen Rädern und Gleis gestrichelt eingezeichneten Rad-Schiene-Kondensatoren, wie oben erläutert.

Figur 2 ist eine Originalaufzeichnung aller relevanten Signale aus Figur 1 mit einem Oszilloskop. Kanal R1 zeigt die Gleisspannung, wie sie am Punkt 11 auftritt, Die Amplitude beträgt etwa 40 Vss. Kanal R2 zeigt die Spannung im Falle einer Unterbrechung am Eingang des Verstärkers 17. Die Empfindlichkeit des Oszilloskopes beträgt hier nur noch 100mV/cm. Kanal R3 zeigt das auf 5 Volt verstärkte

Signal, das nunmehr von den angeschlossenen Logikschaltkreisen verarbeitet werden kann. Kanäle 1,2,3 zeigen die gleiche Situation nur von der anderen Gleisseite aus, also um  $180^\circ$  phasenverschoben. Auf diese Weise entsteht am Ausgang des Flipflops 19 wieder ein im Hinblick auf das Timing identisches Gleissignal (siehe Kanal (4)), das vom Dekoder 20 weiterverarbeitet werden kann.

Mit anderen Worten wird durch die erfindungsgemäß ausgenutzten Kondensatoren bzw. Kapazitäten zwischen 11,12 und 13,14 ermöglicht, die Flanken der Rechteckspannung in Form von Nadelimpulsen bei fehlendem elektrischen Rad-Schiene-Kontakt zu erfassen und aus den erfaßten Nadelimpulsen die Rechteckspannung zu regenerieren.

Die gezeigte Schaltung ist einfach, kostengünstig und zuverlässig und hat den Vorteil, daß sie auch bei vorhandenem Rad-Schiene-Kontakt die nun ordnungsgemäß übertragene Rechteckspannung verarbeiten kann.

Für den Fachmann sind alternative Lösungen zur Verstärkung und Aufbereitung der Nadelimpulse an den genannten Rad-Schiene-Kapazitäten denkbar, die in bestehenden Systemen als zusätzliche Maßnahme integriert werden können bzw., wie im gezeigten Ausführungsbeispiel, die Rechteckspannung mit oder ohne vorhandenem Rad-Schiene-Kontakt zuverlässig übertragen. So kann z.B. statt des Flip-Flops auch ein Microcontroller verwendet werden.

Figur 3 zeigt, wie ein zusätzlicher Energiespeicher 33 angeschlossen werden kann. Eine Diode 32 entkoppelt die Stromversorgung des Dekoders 31 (meistens ein Brückengleichrichter) von dem Energiespeicher 33. Erst, wenn die aus der Gleisspannung 30 gewonnene interne Versorgungsspannung unter den Wert des Energiespeichers 33 fällt, wird die Diode 32 leitend und der Dekoder 31 wird von außen, d.h. vom Energiespeicher versorgt. Als Energiespeicher können eingesetzt werden: Batterien, Akkus, hochkapazitive Kondensatoren, Brennstoffzellen usw.

## Ansprüche

1. Verfahren zur Datenübertragung zwischen Gleis und einem auf dem Gleis befindlichen Fahrzeug einer Modelleisenbahnanlage,

dadurch gekennzeichnet,

daß bei Verlust des elektrischen Kontaktes zwischen Rad und Schiene ein dann zwischen Rad und Schiene vorliegender Kondensator zur Datenübertragung herangezogen wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

daß bei einer Modelleisenbahnanlage mit digitaler Steuerung mittels einer am Gleis anliegenden, entsprechend einer Steuerinformation modulierten Rechteckspannung, an diesem Kondensator auftretende Nadelimpulse nachgewiesen und zur Regenerierung der Rechteckspannungsfolge herangezogen werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

daß bei einer Modelleisenbahnanlage mit herkömmlichem Analogbetrieb dem Gleissignal ein höherfrequentes Datenübertragungssignal überlagert wird, welches an diesem Kondensator Impulse hervorruft, die nachgewiesen und zur Regenerierung des Datenübertragungssignals herangezogen werden.

4. Verfahren nach Anspruch 3,

dadurch gekennzeichnet,

daß eine höherfrequente Rechteckspannung als das Datenübertragungssignal überlagert wird.



5. Vorrichtung zur Datenübertragung zwischen Gleis und einem auf dem Gleis befindlichen Fahrzeug einer Modelleisenbahnanlage,

gekennzeichnet durch Mittel (15, 16, 17, 18, 19) zum Nachweis und zum Aufbereiten von Impulsen an einem zwischen Rad und Schiene vorliegenden Kondensator, der bei Verlust des elektrischen Kontaktes zwischen Rad und Schiene auftritt und an dem diese Impulse in Folge des anliegenden Gleissignals auftreten.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Mittel (15, 16, 17, 18, 19) Verstärkungseinrichtungen und Logikschaltungen beinhalten, die aus den Impulsen eine Datenübertragungsinformation im Gleissignal regenerieren.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6,

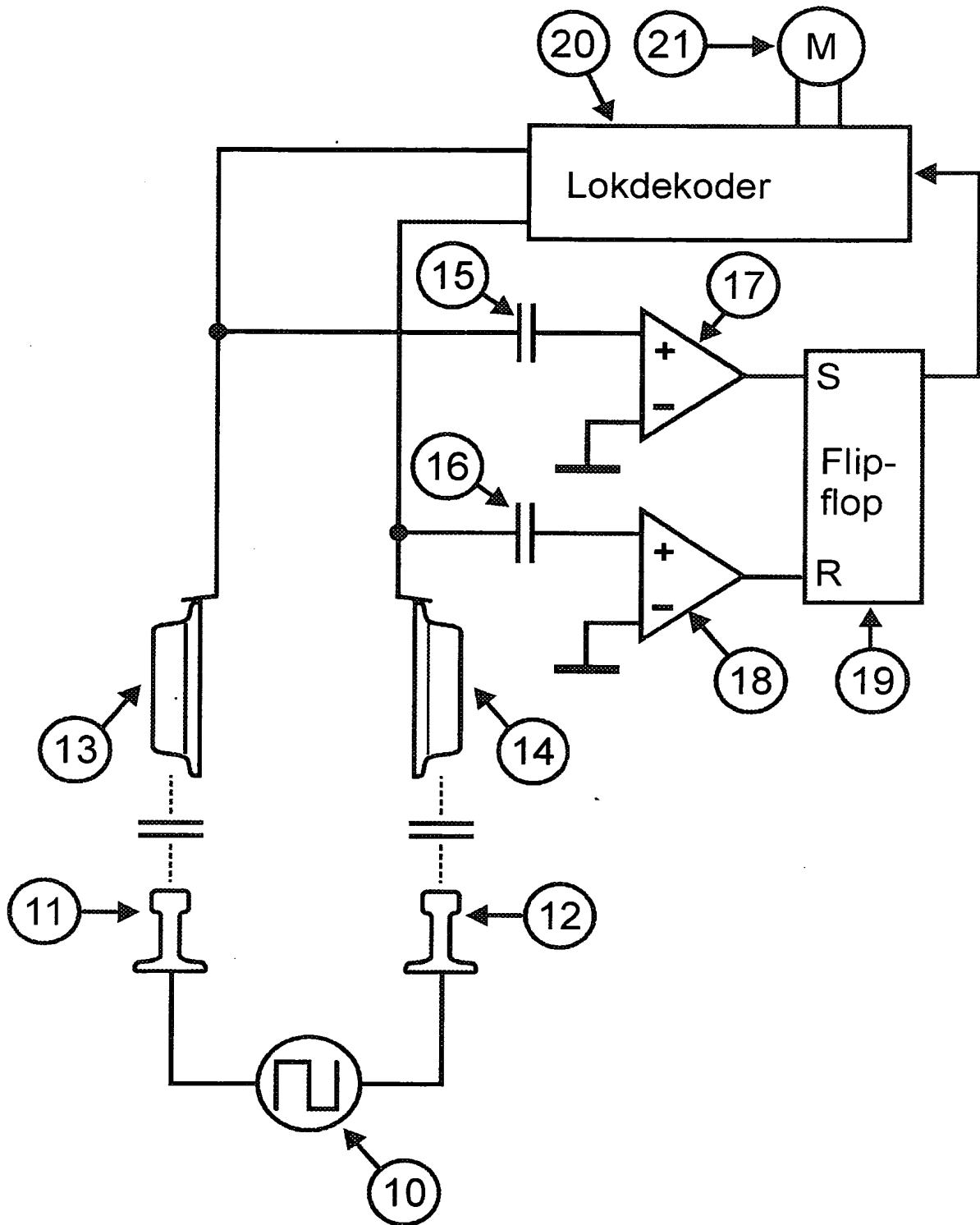
dadurch gekennzeichnet,

daß die Impulse Nadelimpulse aus einer am Gleis anliegenden, entsprechend einer digitalen Steuerinformation modulierten Rechteckspannung sind, die in der Logikschaltung aus den verstärkten Nadelimpulsen regeneriert wird.

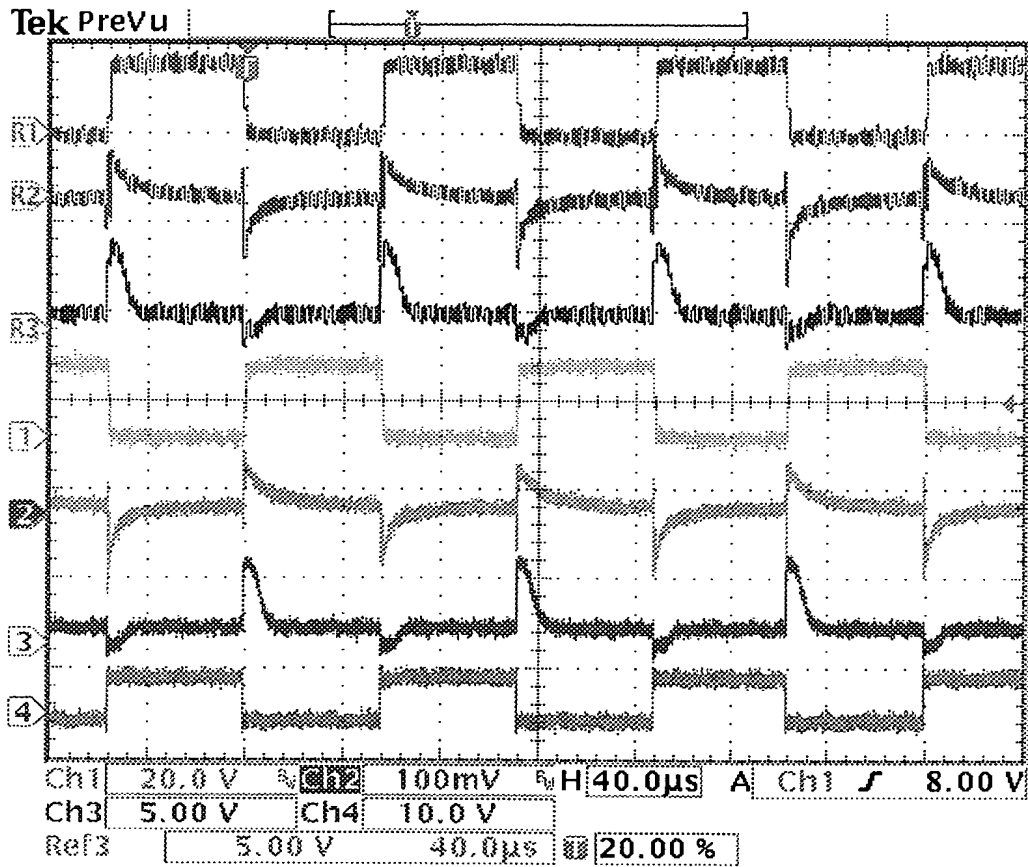
8. Verfahren und/oder Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche,

gekennzeichnet durch einen Energiespeicher (33) zur Bereitstellung der Versorgungsspannung bei fehlendem Rad-Schiene-Kontakt.

Figur 1:



Figur 2:



Legende:

- Kanal R1: Gleisspannung (11)
- Kanal R2: Eingang (17)
- Kanal R3: Ausgang (17)/Eingang „S“ Flipflop (19)
- Kanal 1: Gleisspannung (12)
- Kanal 2: Eingang (18)
- Kanal 3: Ausgang (18)/Eingang „R“ Flipflop (19)
- Kanal 4: Ausgang Flipflop (19)

Figur 3:

